



TUGAS AKHIR TF 141581

**ANALISIS HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*) DAN MANAJEMEN RISIKO PADA
STEAM DRUM PLTU UNIT 4 DI PT PJB UP
GRESIK**

ANIS SULANJARI
NRP 2413.106.005

Dosen Pembimbing :
Ir. Yaumar, MT

Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT TF 141581

***HAZOP ANALYSIS (HAZARD AND
OPERABILITY ANALYSIS) AND RISK
MANAGEMENT IN STEAM DRUM OF POWER
PLANT UNIT 4 AT PT PJB UP GRESIK***

ANIS SULANJARI
NRP 2413.106.005

Supervisor
Ir. Yaumar, MT.

Departement Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS HAZOP (*HAZARD AND OPERABILITY*
***ANALYSIS*) DAN MANAJEMEN RISIKO PADA**
STEAM DRUM PLTU UNIT 4 DI PT PJB UP GRESIK

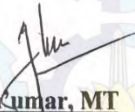
TUGAS AKHIR

Oleh:

ANIS SULANJARI
NRP. 2413106005

Surabaya, 20 Januari 2016
Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing,


Ir. Ya'umar, MT
NIPN. 19540406 1981031 003


Ketua Jurusan
Teknik Fisika, FTI - ITS
Agus M. Hatta, ST, M.Si, Ph.D.
NIP. 19780902 200312 1 002

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS HAZOP (*HAZARD AND OPERABILITY*
ANALYSIS*) DAN MANAJEMEN RISIKO PADA *STEAM
***DRUM* PLTU UNIT 4 DI PT PJB UP GRESIK**

TUGAS AKHIR





Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Instrumentasi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANIS SULANJARI
NRP. 2413106005

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Ya'umar, M.T
2. Totok Ruki Biyanto, PhD
3. Dr. Gunawan Nugroho, M.T
4. Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T

 (Pembimbing)
 (Penguji I)
 (Penguji II)
 (Penguji III)

SURABAYA
JANUARI 2016

ANALISIS HAZOP (*HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS*) DAN MANAJEMEN RISIKO PADA STEAM DRUM PLTU UNIT 4 DI PT PJB UP GRESIK

Nama Mahasiswa : Anis Sulanjari
NRP : 24 13 106 005
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing: Ir. Ya'umar, M.T

Abstrak

PLTU PT PJB UP Gresik merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga uap yang berada di area Jawa dan Bali. Pada *steam drum* unit 4 PJB Gresik ini berfungsi untuk menghasilkan uap, maka dari itu kualitas air harus dijaga supaya uap yang dihasilkan berkualitas baik. Penerapan metode *hazard and operability analysis* (HAZOP) pada tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis bahaya yang terjadi pada *steam drum* unit 4 PLTU PJB Gresik serta menerapkan manajemen risiko untuk mengetahui risiko dalam menghadapi bahaya yang terjadi. Setelah dilakukan analisis, risiko bahaya tinggi terjadi pada *plant steam drum*. Hal ini dikarenakan hasil *risk matrix* pada *steam drum* menunjukkan risiko tinggi pada kondisi *Ekstrem* dengan nilai 16. *Equipment* pada *steam drum* yang memiliki nilai risiko tinggi adalah *drum level* bernilai 4. Penyebab drum level pada *steam drum* mengalami kegagalan dikarenakan kualitas air yang masuk tidak sesuai (air laut masuk), *overheating* sehingga terjadi perubahan temperature cukup tinggi. Karena tingkat bahaya dari *steam drum* dapat memicu terjadinya ledakan sehingga diterapkan *emergency response plan* untuk meminimalisir dampak yang terjadi.

Kata Kunci : steam drum, risk matrix, manajemen risiko, HAZOP

HAZOP ANALYSIS (HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS) AND RISK MANAGEMENT IN STEAM DRUM OF POWER PLANT UNIT 4 AT PT PJB UP GRESIK

Student name : Anis Sulanjari
NRP : 24 13 106 005
Departement : Teknik Fisika FTI-ITS
Supervisor : Ir. Ya'umar, M.T

Abstrac

PT PJB UP Gresik power plant is one of the steam power plant in the area of Java and Bali. Steam drum unit 4 PJB Gresik is serves to generate steam, and therefore the water quality must be maintained in order to produce the good quality of vapor. Application of the method hazard and operability analysis (HAZOP) in this thesis is aims to analyze the dangers that occur in the steam drum unit 4 PJB Gresik power plant and apply the risk management to find out what are the risks in the face of the dangers. After doing the analysis, the high hazard's risk is likely to occur in the plant of steam drum. This is can occurs because the risk matrix results in the plant of steam drum is indicates the high risk in extreme conditions with a value of 16. The instruments in the plant of steam drum that has a high risk score is drum level that each of the instruments has a value of 4. Cause of drum level on steam drum failure are quality of incoming water (sea water) and overheating. Because the highest danger in the steam drum can cause a leakage and trigger an explosion, then given the emergency response plan to minimize the impacts.

Keywords : steam drum, risk matrix, risk management, HAZOP

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya serta memberikan kekuatan kepada penulis dalam menyusun laporan dan menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul ***“Analisis HAZOP (hazard and operability analysis) dan manajemen risiko di PLTU Unit 4 PT PJB UP Gresik.”***

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berperan dalam penulisan ini, di antaranya:

1. Bapak Agus M. Hatta ST, M.Si., Ph. D. selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS Surabaya
2. Ibu Ir. Ronny Dwi N, M.Kes selaku dosen wali dalam perkuliahan di Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS Surabaya
3. Bapak Ir. Ya'umar M.T. selaku pembimbing tugas akhir yang banyak sekali membantu dalam penelitian ini.
4. Bapak Idrus Pamungkas selaku pembimbing di PT PJB UP Gresik yang telah banyak membantu penelitian.
5. Bapak Totok Ruki B, PhD selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran dalam penelitian ini.
6. Bapak Rahman, Mbak Shinta dan Mas Dani selaku staff Rendal yang memberikan dukungan dalam pendokumentasian data pada penelitian ini.
7. Bapak Wahyu Jatmika selaku Kepala CCR Unit 3&4 yang telah berkenan menjadi narasumber.
8. Pak Ali dan Mas Bachtiar yang telah membantu mempermudah proses pengambilan data.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Fisika ITS yang telah banyak member ilmu dan pengalaman.

10. Teman-teman Lintas Jalur Genap 2013 yang selalu menguatkan. dan sebagai teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
11. Umam, Restu, Devic, Ratna, Iwang, Mugi, Adhim, Mas Siro, Rio, Edwin, Rosy yang selalu menghibur dengan canda tawa serta teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu
12. Seluruh teman-teman Teknik Fisika Lintas Jalur ITS yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
13. Vivi, Niela, Mila, Ersa, Ebi, Giska, Sabrina dan Bu Isa di kost perumdos blok T14 yang selalu menyemangati dan mendoakan
14. Orang tua dan keluarga yang tak berhenti memberi dukungan dan doanya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kesalahan. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun bagi penulis maupun semua pihak sehingga mencapai yang lebih baik. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta wawasan bagi pembacanya.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sisematika Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 HAZOP (<i>Hazard and Operability Analysis</i>)	5
2.2 Manajemen Risiko	6
2.3 Keseimbangan Uap Air	7
2.4 <i>Steam Drum</i>	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Flowchart Penelitian	11
3.2 Penjelasan <i>Flowchart</i>	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Analisa Bahaya	19
4.1.1 Analisa Bahaya Economizer	20
4.1.2 Analisa Bahaya Steam Drum	24
4.1.3 Analisa Bahaya Superheater	29
4.2. Analisa Risiko Keseluruhan	34
4.3 Manajemen Risiko	35

4.4 Pembahasan
BAB V kesimpulan

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

37

39

39

39

Daftar pustaka

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

Lampiran D

Lampiran E

Lampiran F

Lampiran G

Lampiran H



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Steam Drum	9
Gambar 3.1	Flowchart penelitian	11
Gambar 4.1	<i>Flow Diagram steam & feedwater system</i> Unit 4 PLTU PJB UP Gresik	19
Gambar 4.2	Peta Evakuasi Keadaan Darurat PT PJB UP Gresik	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Guide Word <i>Standard Australian Standard</i> (AS/NZS 4360 <i>Risk Management</i> , 2004)	13
Tabel 3.2	Kriteria <i>Likelihood</i> PT PJB UP Gresik	15
Tabel 3.3	Kriteria <i>consequence</i> PT PJB UP Gresik	16
Tabel 3.4	Kriteria <i>Risk Matrix</i> PT PJB UP Gresik	17
Tabel 3.5	Skala <i>Risk Matrix</i>	18
Tabel 4.1	Guide word Economizer	20
Tabel 4.2	Kriteria Likelihood Economizer	21
Tabel 4.3	Kriteria <i>Consequence</i> Economizer	22
Tabel 4.4	Nilai Risiko Economizer	23
Tabel 4.5	Risk Matrix PX-20 Economizer	23
Tabel 4.6	Guide Word Steam Drum	24
Tabel 4.7	Kriteria Likelihood Steam Drum	25
Tabel 4.8	Kriteria Consequence Steam Drum	25
Tabel 4.9	Nilai Risiko Steam Drum	28
Tabel 4.10	Risk Matrix Drum Level Sisi L Steam Drum	29
Tabel 4.11	Guide Word Superheater	30
Tabel 4.12	Kriteria Likelihood Superheater	31
Tabel 4.13	Kriteria Consequence Superheater	31
Tabel 4.14	Nilai Risiko Superheater	32
Tabel 4.15	Skala Risk Matrix	33
Tabel 4.16	Risk Matrix SH <i>spray</i> Superheater	33

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PJB UP Gresik merupakan salah satu perusahaan pembangkit listrik yang memenuhi pasokan listrik di sekitar Jawa dan Bali. Beberapa komponen penting didalam PLTU yaitu boiler, turbine, generator dan kondensor. *Steam drum* berfungsi untuk memisahkan uap dan air serta memproduksi uap. Didalam *steam drum*, terdapat *drum* yang dipisahkan oleh sekat untuk memisahkan antara air dan uap. *Steam* (uap) dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin sehingga memenuhi pasokan listrik yang dibutuhkan oleh perusahaan. Uap yang dihasilkan oleh *steam drum* adalah uap kering, jika uap yang dihasilkan masih berbentuk uap basah maka uap tersebut dapat merusak operasi turbin.

Kegagalan selama pengoperasian dapat mengakibatkan potensi kecelakaan dan kerugian, seperti terhentinya produksi, menambah biaya pengeluaran, merugikan para pekerja dikarenakan kurangnya rasa aman yang bisa berdampak kematian. Sehingga kegagalan dan kecelakaan kerja pada sistem perlu diminimalisir, agar sistem dapat berjalan sesuai fungsinya. (Pradana, 2013)

Mengingat *steam drum* merupakan salah satu unit penting didalam proses, maka pada penelitian ini akan dianalisis bahaya dengan menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*) dan manajemen risiko untuk mengetahui resiko dan menghadapi bahaya yang terjadi pada suatu sistem. Selain itu dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam proses pemeliharaan unit supaya tidak menghambat proses produksi.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana menganalisis bahaya yang mungkin terjadi di *steam drum* menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*) serta peran manajemen risiko untuk menghadapi bahaya yang terjadi.

1.3 Lingkup Kajian

Untuk menghindari meluasnya permasalahan, maka batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Objek penelitian adalah *steam drum* PLTU unit 4 di PT PJB UP Gresik
2. Data yang digunakan adalah P&ID, data DCS di ruang CCR, data *maintenance steam drum* yang diperoleh dari PT PJB UP Gresik.
3. Analisis yang dilakukan menggunakan metode HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*) serta manajemen risiko untuk mengetahui risiko dan menghadapi bahaya yang terjadi.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah dapat menerapkan metode HAZOP (*Hazard and Operability Analysis*) dalam menganalisis bahaya pada *steam drum* unit 4 PLTU di PT PJB UP Gresik serta menerapkan manajemen risiko untuk mengetahui resiko dan menghadapi bahaya yang terjadi.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai bahan pertimbangan pada perusahaan. Mengingat, PT PJB belum menggunakan metode HAZOP (*hazard and operability analysis*) dalam menganalisa bahaya yang terjadi serta memberikan rekomendasi untuk menghadapi bahaya yang terjadi pada unit, karyawan.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, lingkup kajian, tujuan, manfaat dan sistematika laporan.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini membahas secara singkat teori-teori yang terkait dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam analisa data

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang menganalisa bahaya dan risiko yang terjadi

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran sebagai penunjang dalam pengembangan penelitian berikutnya.



BAB II DASAR TEORI

2.1 HAZOP (*Hazard and Operability*)

HAZOP (*Hazard and Operability*) adalah proses bahaya dan identifikasi masalah yang dilakukan oleh tim. Pada HAZOP dilakukan identifikasi penyimpangan dari suatu desain, penyebab terjadinya dan penilaian dari konsekuensinya. (British Standard, 2003). HAZOP adalah teknik secara sistematis maupun terstruktur dalam menganalisis system dan manajemen risiko. Tujuan dari HAZOP adalah untuk menganalisa atau meninjau kemungkinan terdapat potensi bahaya pada suatu proses.

Istilah-istilah definisi dari metode HAZOP sebagai berikut (British standard, 2003) :

- a. **Hazard (bahaya)** : bahaya merupakan sumber potensial bahaya yang dapat menyebabkan banyak kerugian.
- b. **Harm (kerugian)** : kerugian merupakan akibat dari bahaya yang terjadi. Dapat berupa kerugian asset, kerusakan lingkungan, dan cedera fisik pada manusia.
- c. **Risk (risiko)** : kombinasi dari suatu kejadian dan konsekuensi atau kemungkinan hasil perkalian dari likelihood dan severity.

Konsep HAZOP yang digunakan untuk menganalisis terdapat beberapa istilah, diantaranya (Iviana Anda, 2013):

- a. **Deviation (penyimpangan)** : terdapat pada table guide worde yaitu No, More, Less, as well as, part of dan reverse.
- b. **Cause (penyebab)** : kemungkinan besar yang mengakibatkan terjadinya penyimpangan.
- c. **impact** adalah dampak dari suatu kejadian

- d. **Consequence (akibat)** : merupakan akibat yang ditimbulkan.
- e. **Action (tindakan yang dilakukan)** : jika terjadi bahaya maka segera mengambil tindakan yang dapat mengurangi bahaya atau kecelakaan yang terjadi. Ada dua langkah dalam mengambil tindakan, yaitu mengurangi tindakan atau menghilangkan akibat yang terjadi.
- f. **Node (titik studi)** : node merupakan komponen penting pada suatu unit.
- g. **Severity** : merupakan tingkat keparahan dari akibat yang ditimbulkan
- h. **Likelihood** : seberapa sering terjadinya suatu kerusakan pada periode tertentu

2.2 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan budaya, proses dan struktur yang diarahkan untuk menganalisis, mengidentifikasi, mengevaluasi, mengkaji risiko serta meminimalisir kerugian. manajemen risiko adalah bagian dari manajemen proses. Penerapan manajemen risiko diberbagai tingkatan dalam suatu organisasi, tingkat operasional, dan sebagainya. (AS/NZS 4360 Risk Management, 2004)

Tujuan dari manajemen risiko adalah untuk meminimalkan atau langkah pencegahan yang dapat merugikan perusahaan. Kriteria manajemen risiko ditinjau dari seberapa sering kegagalan terjadi pada suatu komponen (wisandiko, 2011).

Komunikasi dan diskusi antara anggota tim sangat diperlukan untuk melakukan tahapan proses dalam manajemen risiko. Tahapan proses manajemen risiko sebagai berikut (AS/NZS 4360:2004):

- a. Penentuan konten, yaitu mengumpulkan data, metode dan kriteria risiko.
- b. Identifikasi resiko, yaitu menganalisis bahaya dan risiko.
- c. Analisis risiko, yaitu mengetahui kriteria risiko berdasarkan kombinasi likelihood dan consequence

- d. Evaluasi risiko, ditinjau apakah risiko dapat berjalan atau tidak. Jika tidak, maka dilakukan langkah penanganan yang dapat mengurangi risiko.

2.3 Kestimbangan Uap Cair

Kesetimbangan uap cair (*Vapor liquid Equilibrium*) merupakan kondisi uap dan cair dalam keadaan kesetimbangan. *Equation of state* pada tugas akhir ini menggunakan Peng-Robinson (PR). EOS atau persamaan keadaan adalah persamaan termodinamika yang menerangkan hubungan antara tekanan (P), temperature (T) dan Volume (V) dari suatu komponen. Persamaan Gas Ideal sebagai berikut :

$$PV = nRT \quad (2.7)$$

Dimana :

P = tekanan mutlak gas

V = volume ruang

n = jumlah molekul gas (mol)

R = konstanta gas ideal ($8.314 \text{ J.K}^{-1}\text{mol}^{-1}$)

T = temperature (dalam kelvin)

Untuk proses dengan tekanan tinggi maka persamaan gas ideal tidak cukup, maka perlu persamaan keadaan (EOS) yang dikembangkan untuk proses kimia dengan tekanan tinggi. Persamaan Van Der Waals sebagai berikut (Smith Van Ness, 2001):

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V} \quad (2.8)$$

Kemudian dari persamaan diatas dikembangkan lagi oleh Peng-Robinson. Persamaan rumusnya sebagai berikut :

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)} \quad (2.9)$$

$$a = \frac{0,45724 R T_c^2}{P_c} \quad (2.10)$$

$$b = \frac{0,07780 R T_c}{P_c} \quad (2.11)$$

dimana :

a dan b = parameter persamaan keadaan

T_c = critical point temperature water (374°C)

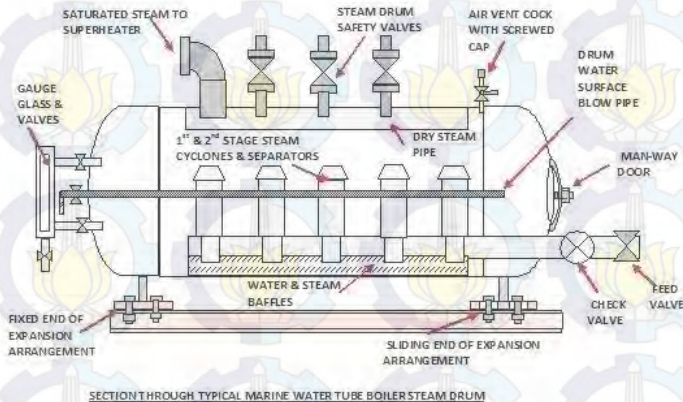
P_c = critical point pressure water (217,7 atm)

2.4 Steam Drum

Steam Drum adalah salah satu komponen pada boiler pipa air yang berfungsi sebagai reservoir campuran air dan uap air, dan juga berfungsi untuk memisahkan uap air dengan air pada proses pembentukan uap superheater .

Steam Drum berfungsi untuk :

1. Mengatur tinggi permukaan air untuk mencegah terjadi kekurangan air saat boiler beroperasi yang dapat menyebabkan overheating pada pipa boiler
2. Menampung air yang nantinya akan dipanaskan pada pipa-pipa penguap (wall tube) dan menampung uap air dari pipa-pipa penguap sebelum dialirkan menuju superheater
3. Memisahkan uap dan air yang telah dipisahkan di ruang bakar (furnace)
4. Mengatur kualitas air boiler dengan membuang kotoran-kotoran terlarut di dalam boiler melalui continious blowdown.



Gambar 2.1 Gambar Steam Drum

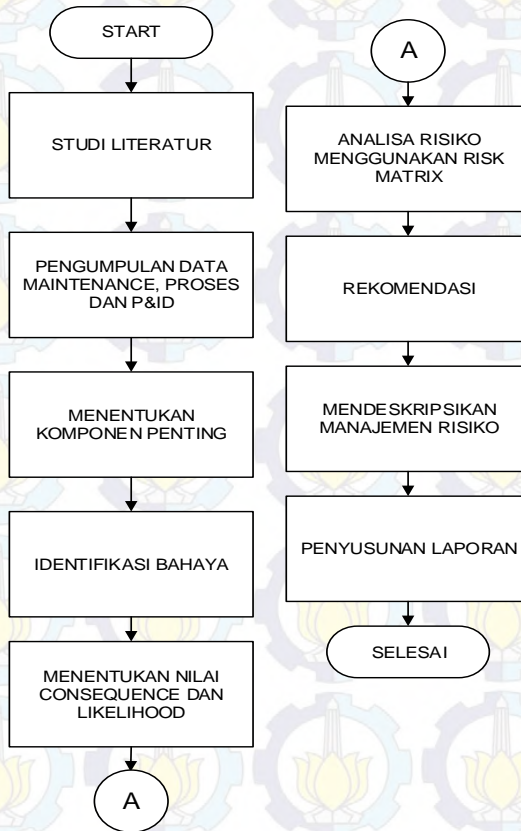
Prinsip kerja Steam Drum yaitu Air feed water (air umpan) yang dipasok oleh boiler feed water pump (pompa air umpan) masuk ke boiler lalu menuju economizer dan selanjutnya air masuk ke steam drum . Dari steam drum, air dipompa oleh pompa sirkulasi boiler menuju ke raiser tube/wall tube untuk diolah dapat mencapai fase uap saturasi. Air dari raiser tube air kembali masuk ke steam drum. Komponen yang terdapat di dalam steam drum akan memungkinkan terjadinya proses pemisahan antara air dengan uap air, sehingga air dipompa kembali menuju raiser tube, sedangkan uap yang terpisah akan menuju ke pipa boiler sisi superheater. Uap saturated yang masuk ke pipa-pipa superheater dipanaskan lagi lebih lanjut sehingga mencapai uap superheater dan mencapai syarat untuk masuk turbin uap (dengan ketentuan suhu tertentu). Adapun fungsi dari steam generator adalah untuk memproduksi uap (steam) guna menggerakkan turbin. Melalui proses produksi yaitu dengan penguapan pada boiler drum.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Tahapan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dijelaskan dari *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.2 Penjelasan *Flowchart*

Berdasarkan *flowchart* diatas terdapat langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini. Berikut adalah penjelasan mengenai *flowchart* diatas :

1. Studi Literatur

Studi literatur meliputi prinsip kerja dari *steam drum* PLTU unit 4, referensi ini diperoleh dari ruang CCR PLTU unit 4 PT PJB UP Gresik. Dasar teori mengenai metode HAZOP dan manajemen risiko serta membaca jurnal-jurnal yang berkaitan. Selain studi literatur, juga dilakukan studi lapangan berupa pengamatan langsung dilapangan untuk mengetahui sistem *steam drum* PLTU Unit 4 PT PJB UP Gresik, mengetahui proses keselamatan pada unit, lingkungan dan karyawan yang bekerja dalam bentuk wawancara dan diskusi dengan *engineer* ataupun pembimbing.

2. Pengambilan Data

Data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah :

- a. Gambar PFD (*process flow diagram*) diruang CCR unit 4 PLTU PJB Gresik
- b. Data *maintenance* berupa data perawatan, kerusakan untuk unit *economizer*, *steam drum*, *superheater* selama 10 tahun
- c. P&ID (*piping and instrumentation diagram*)

Data-data diatas yang akan digunakan dalam penentuan *guide word* dan analisis risiko pada masing-masing komponen penting dalam tugas akhir ini.

3. Menentukan Komponen Penting

Setelah pengambilan data, maka langkah selanjutnya adalah menentukan komponen penting atau titik studi/node

berdasarkan P&ID atau PFD dari *steam drum* PLTU unit 4 meliputi *economizer*, *steam drum* dan *superheater*. Penentuan ini berdasarkan pada gambar DCS dan P&ID *steam drum* unit 4 PT PJB Gresik.

4. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya dilakukan untuk menganalisis tingkat bahaya menggunakan *guide word*. Penentuan *guide word* ditinjau dari bentuk fisis komponen/instrument/equipment. Contoh *guide word* menggunakan standard dari Australian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Guide Word *Standard Australian Standard (AS/NZS 4360 Risk Management, 2004)*

No.	Guideword	Arti	Contoh
1	<i>No (Not, None)</i>	Tidak ada tujuan perancangan yang tercapai	Tidak ada aliran ketika produksi
2	<i>More (More of, Higher)</i>	Peningkatan kuantitatif pada parameter	Suhu lebih tinggi dibanding perancangan
3	<i>Less (Less of, Lower)</i>	Penurunan kuantitatif pada parameter	Tekanan lebih rendah dari kondisi normal
4	<i>As Well As (More Than)</i>	Tambahan aktivitas/ kegiatan terjadi	Katup lain menutup pada saat yang sama (kesalahan logika/kesalahan manusia)
5	<i>Part of</i>	Hanya beberapa tujuan perancangan yang tercapai	Hanya sebagian dari system yang berhenti

5. Menentukan nilai *consequence* dan *likelihood*

Menentukan nilai *consequence* dan *likelihood* dapat ditinjau dari penyebab kegagalan yang terjadi, *consequence* merupakan akibat yang ditimbulkan sedangkan *likelihood* seberapa sering terjadinya kerusakan atau terjadinya bahaya.

Selain itu juga dihitung nilai TTF (*time to failure*), TTF diperoleh dari data *maintenance* yang mengurangkan data kegagalan/kerusakan dengan data kegagalan/kerusakan selesai diperbaiki.

Nantinya TTF ini akan menghasilkan MTTF (*mean time to failure*). MTTF merupakan laju kegagalan suatu komponen, dirumuskan sebagai berikut (kristianingsih, 2013):

$$MTTF = \frac{1}{\text{failure rate } (\lambda)} \quad (3.1)$$

Langkah selanjutnya setelah menghitung MTTF adalah menentukan *likelihood*. Lama operasi 87600 diperoleh dari perkalian periode 10 tahun, 365 hari dan 24 jam, maka perumusan *likelihood* nya :

$$\text{Likelihood} = \frac{87600}{MTTF} \quad (3.2)$$

Dalam menentukan *consequence*, langkah yang ditempuh secara kuantitatif berdasarkan *guide word* dan deviasi dari data proses yang dilihat melalui chart batas atas serta batas bawah. Kriteria *likelihood* dan *consequence* sesuai standar dari PT PJB UP Gresik seperti dibawah ini :

Tabel 3.2 Kriteria *Likelihood* PT PJB UP Gresik

Parameter risiko Tingkat kemungkinan		Deskripsi kualitatif	Deskripsi Kuantitatif
E	Sangat besar	Hampir dapat dipastikan akan terjadi	Terjadi >12 kali dalam rentan waktu 1 tahun
D	Besar	Kemungkinan besar akan terjadi	Terjadi 2 sampai dan 12 kali dalam rentan waktu 1 tahun
C	Sedang	Kemungkinan sama antara akan terjadi dan tidak terjadi	Terjadi 1 kali dalam rentan waktu 1 tahun terakhir
B	Kecil	Kemungkinan kecil akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentan waktu antara 2 dan 4 tahun
A	Sangat kecil	Hampir dapat dipastikan akan terjadi	Tidak pernah terjadi dalam rentan waktu 5 tahun

Tabel 3.3 Kriteria *consequence* PT PJB UP Gresik

Kategori / Parameter Risiko	Tidak Signifikan	Minor	Medium	Signifikan	Malapetaka
Rating	1	2	3	4	5
Kriteria Umum	Dampak risiko dapat diterima, atau termitigasi dengan aktifitas rutin	Dampak risiko dapat diterima, atau dapat dikelola dengan effort minimal	Dampak risiko berpotensi menurunkan sasaran perusahaan. Diperlukan penanganan/mitigasi	Dampak risiko berpotensi menghambat sasaran perusahaan. Wajib dilakukan penanganan khusus untuk memitigasinya.	Dampak risiko berpotensi mengakibatkan sasaran perusahaan. Wajib dilakukan penanganan khusus

Tabel 3.5 Skala *Risk Matrix*

Peringkat	Skala	Kesimpulan
R	1A,1B,1C 1D,2A,2B	Risiko dapat diterima, langkah pengendalian dinilai efektif
M	1E,2C,2D 2E,3A,3B	Risiko belum dapat diterima, perlu dilakukan tindakan pengendalian tambahan
T	3C,3D,3E 4A,4B,4C	Risiko tidak dapat diterima, harus dilakukan tindakan pengendalian
E	4D,4E,5A 5B,5C,5D	Risiko sangat tidak dapat diterima harus dilakukan tindakan pengendalian segera

7. Mendeskripsikan manajemen risiko

Langkah selanjutnya adalah mendiskripsikan manajemen risiko untuk mengetahui risiko dalam menghadapi bahaya yang terjadi pada suatu system. langkah-langkah dalam mendiskripsikan manajemen risiko diperoleh dari bagian K3 perusahaan.

8. Penyusunan Laporan

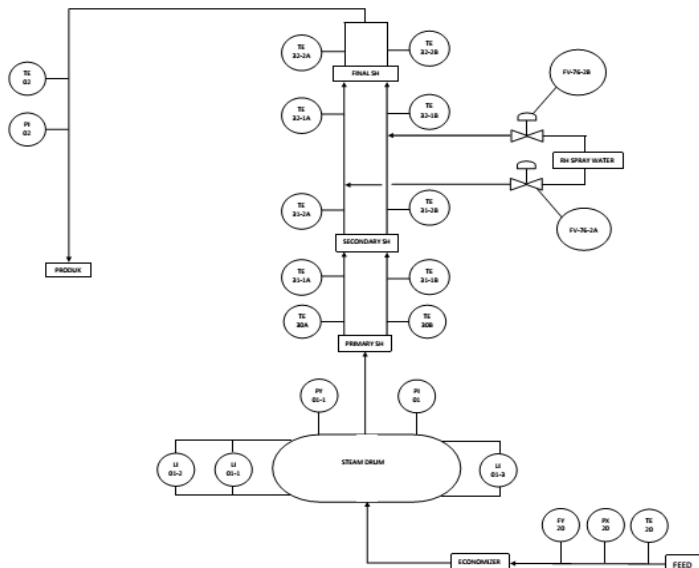
Meliputi pembuatan laporan penelitian yang sudah dilakukan yang berisi analisa data dan hasil penelitian.

9. Selesai

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahaya

Analisa bahaya menggunakan metode HAZOP (*hazard and operability analysis*). Dalam menganalisa bahaya ini terdapat komponen – komponen penting yaitu *economizer*, *steam drum* dan *superheater*. Komponen-komponen tersebut dapat digunakan sebagai identifikasi risiko dalam tugas akhir ini.



Gambar 4.1 Flow Diagram steam & feedwater system Unit 4 PLTU PJB UP Gresik

Proses terbentuknya uap di *steam drum* PLTU unit 4 PJB UP Gresik yaitu, air dari HPH masuk ke *economizer* menuju ke drum. Dari *economizer* menuju *steam drum*, air turun ke *down comer* lalu

dipanaskan oleh *furnance*. Air yang telah dipanaskan naik ke *raiser* (terdapat komponen yang memisahkan air dan uap). Uap yang terbentuk adalah uap basah, uap basah masuk ke *primary superheater*, *secondary superheater* dan *final superheater*. Di *superheater* inilah uap basah menjadi uap kering, yang nantinya diteruskan ke turbin. Uap kering yang terbentuk pada *temperature* 451°C. Terdapat dua *spray* pada *superheater* ini, yaitu *area inlet secondary* dan *area outlet secondary*, kedua *spray* ini digunakan untuk mengendalikan *temperature* pada *superheater*.

4.1.1 Analisa Bahaya *Economizer*

Economizer dalam proses ini digunakan untuk memanaskan air sebelum masuk ke steam drum. Pemanasan air di *economizer* belum berubah bentuk menjadi uap, karena suhunya tidak mencapai titik *saturated*. Terdapat empat komponen dalam *economizer* ini, diantaranya *pressure transmitter*, *temperature transmitter*, *flow transmitter* dan *line drain HRA*.

Penentuan *guide word* ini ditinjau dari bentuk fisis masing-masing komponen/*instrument/equipment* dari *economizer*. Pada komponen *economizer* terdapat keterangan masing-masing *guideword* yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Guide word *Economizer*

No	Komponen	Guide word
1	<i>Pressure Transmitter PX</i> 20	<i>High</i>
2	<i>Line Drain HRA</i>	<i>Part</i>
3	<i>Flow transmitter FX</i> 20	<i>More</i>
4	<i>Temperature element TE</i> 20	<i>High</i>

a. Penentuan Likelihood Economizer

Likelihood pada *economizer* dapat ditentukan dengan melihat data kerusakan alat atau data *word order* *economizer* selama 10 tahun dengan menggunakan persamaan 3.2. Penentuan nilai MTTF (*mean time to failure*) dapat dicari dengan persamaan 3.1, MTTF merupakan laju kegagalan pada suatu komponen. Berdasarkan standar PT PJB UP Gresik, maka kriteria untuk *likelihood* sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kriteria Likelihood Economizer

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	<i>Pressure Transmitter</i> PX 20	21684	1.350851	A
2	<i>Line Drain</i> HRA	13384	6.545129	B
3	<i>Flow transmitter</i> FX 20	7656	8.147321	C
4	<i>Temperature element</i> TE 20	13544	6.467809	B

Huruf A, B, C merupakan parameter risiko jika terjadi bahaya. Huruf-huruf tersebut diperoleh dari analisa kuantitatif, yaitu dilihat dari hasil *likelihood*. Misalnya pada komponen *Pressure Transmitter* PX-20, nilai *likelihood* sebesar 1.350851 maka dalam rentan 5 tahun-10 tahun tidak pernah terjadi kerusakan alat atau terjadi bahaya, dapat dikategorikan pada tingkat A sehingga tingkat kemungkinan terjadi risiko sangat kecil atau hampir dapat dipastikan tidak akan terjadi.

b. Penentuan Consequence Economizer

Penentuan *consequence* secara kualitatif, berdasarkan bahaya yang terjadi karena adanya penyimpangan atau kerugian. Maka kriteria *consequence* sesuai standar PT PJB UP Gresik sebagai berikut.

Tabel 4.3 Kriteria *Consequence* Economizer

No	Komponen	Guide word	Kriteria Consequences
1	<i>Pressure Transmitter</i> PX 20	<i>High</i>	1
2	<i>Line Drain HRA</i>	<i>Part</i>	2
3	<i>Flow transmitter</i> FX 20	<i>More</i>	3
4	<i>Temperature element</i> TE 20	<i>High</i>	2

Pada tabel 4.3 terdapat nilai 1 2 dan 3, nilai-nilai ini ditinjau dari tingkat penyimpangan (*guide word*) yang terjadi pada suatu komponen. Misalnya pada *Pressure transmitter* PX-20 dalam kondisi *high*, dampak apa yang dapat terjadi pada komponen tersebut, serta dilihat juga nilai *likelihood*nya untuk menentukan rating atau kriteria *consequency*nya. Sesuai standar PT PJB UP Gresik seperti tabel 3.4 maka kriteria *consequence* PX-20 bernilai 1 dengan dampak risiko dapat diterima.

c. Analisa Risiko Economizer

Dalam menganalisa risiko berdasarkan hasil perkalian antara nilai *likelihood* dengan nilai *consequence*, berikut persamaan dalam menentukan risk score.

$$R = C \times L$$

Keterangan :

R = hasil nilai risiko

C = nilai *consequence*

L = nilai *likelihood*

Tabel 4.4 Nilai Risiko Economizer

No	Komponen	Guide word	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	<i>Pressure Transmitter</i> PX 20	<i>High</i>	1	A	1
2	<i>Line Drain</i> HRA	<i>Part of instrument</i>	2	B	4
3	<i>Flow transmitter</i> FX 20	<i>More</i>	3	C	9
4	<i>Temperature element</i> TE 20	<i>High</i>	2	B	4

Nantinya nilai risiko ini berbentuk *risk matrix*. Penilaian *risk matrix* ini mengacu pada standar PT PJB UP Gresik. Untuk *instrument pressure transmitter* (PX-20) maka hasil perkalian *likelihood* dan *consequence* untuk mendapatkan *risk matrix* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Risk Matrix PX-20 Economizer

Tingkat kemungkinan	Sangat besar	E					
	Besar	D					
	Sedang	C					
	Kecil	B					
	Sangat kecil	A	R(1)				
			1	2	3	4	5
			Tidak signifikan	minor	medium	signifikan	malapetaka
			Tingkat Dampak				

Hasil perkalian *consequence* dan *likelihood* PX-20 menghasilkan nilai risk sebesar 1, maka nilai 1 masuk dalam kategori dengan tingkat risiko rendah (ditunjukkan dengan huruf R dan kolom berwarna hijau). Skala penentuan kategori dapat dilihat di bab 3 pada tabel *risk matrix*. Keseluruhan tingkat risiko pada

economizer dengan kategori rendah sebanyak 3 (masing-masing nilai risikonya berbeda) dan kategori tinggi sebanyak 1 (ditunjukkan dengan warna kuning dengan nilai risiko 9).

4.1.2 Analisa Bahaya Steam Drum

Steam drum berfungsi untuk memisahkan uap dan air serta untuk memproduksi uap. Kualitas air pada *steam drum* harus dijaga, supaya menghasilkan uap dengan kualitas terbaik. Variable-variabel untuk menjaga kualitas air ini antara lain : pH, daya hantar listrik, Fe dan Cl (karateristik mutu air PLTU 3-4 terdapat pada lampiran)

Proses pembuatan uap setelah air melewati *economizer*, air akan turun ke *down comer* (kisaran air 90%) menuju *furnance* untuk dipanaskan, lalu air naik ke *raiser* (terdapat komponen yang memisahkan air dan uap). setelah dipisahkan, uap yang terbentuk masih uap basah. Didalam *steam drum* terdapat beberapa komponen yaitu, LX-03 untuk mengatur level air yang masuk ke *steam drum*. *Pressure transmitter* PX-01 1 digunakan untuk mengatur *pressure* pada *steam drum* yang nantinya dikirim ke CCR secara digital serta terdapat *safety valve* SV 101, SV 102 dan SV 103. Pada *steam drum* yang harus dijaga adalah *pressure* dan *level*. Komponen yang lain pada *steam drum* ini adalah *valve*, *safety valve*, *flanges drum level*, *gland packing*, *block valve drum level*, *drum level* sisi L dan R, serta *pompa overall*.

Pada komponen *steam drum* terdapat keterangan masing-masing *guideword* yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Guide Word Steam Drum

No	Komponen	Guide word
1	V02-206	<i>Less</i>
2	V02-215	<i>Less</i>
3	V02-282	<i>Less</i>
4	SV 101	<i>High</i>

Lanjutan tabel 4.6

5	SV102	High
6	SV 103	High
7	flanges level drum	High
8	gland packing	High
9	block valve drum level	High
10	LX 01-03	More
		Low
11	PX 01-03	High
12	drum level sisi L	More
13	drum level sisi R	More
14	pompa overall	Less

a. Penentuan Likelihood Steam Drum

Penentuan likelihood *steam drum* dapat ditentukan dengan data *maintenance* selama periode 10 tahun secara kuantitatif. Nilai MTTF (*mean time to failure*) diperoleh dari nilai TTR (*time to failure*) yaitu data *maintenance* saat komponen mulai diperbaiki dikurangi data alat selesai diperbaiki, lalu dirata-rata sehingga didapatkan nilai MTTF.

Berikut kriteria likelihood berdasarkan standar PT PJB UP Gresik.

Tabel 4.7 Kriteria Likelihood Steam Drum

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	V02-206	6978	12.55374033	C
2	V02-215	6372	13.74764595	C
3	V02-282	6288	13.93129771	C
4	SV 101	8263	10.60121987	C
5	SV102	8336	10.50863724	C

Lanjutan **Tabel 4.7**

6	SV 103	11424	7.668067227	B
7	<i>flanges level drum</i>	7843	11.16891065	C
8	<i>gland packing</i>	13760	6.300872093	B
9	<i>block valve drum level</i>	7038	12.44671782	B
10	LX 01-03	10790	8.118327402	B
11	PX 01-03	7278	12.0362737	C
12	drum level sisi L	5929.6	14.77334053	D
13	drum level sisi R	4317.9	20.28757854	D
14	<i>pompa overall</i>	7211	12.14866864	D

b. Penentuan Consequence

Penentuan *consequence* dilakukan secara kualitatif, berdasarkan bahaya yang terjadi karena dapat merugikan perusahaan karena bias jadi proses produksi terhenti. Maka kriteria *consequence* sesuai standar PT PJB UP Gresik sebagai berikut.

Tabel 4.8 Kriteria Consequence Steam Drum

No	Komponen	Guide word	Kriteria Consequences
1	V02-206	<i>Less</i>	2
2	V02-215	<i>Less</i>	2
3	V02-282	<i>Less</i>	2
4	SV 101	<i>High</i>	2
5	SV102	<i>High</i>	2
6	SV 103	<i>High</i>	1
7	<i>flanges level drum</i>	<i>High</i>	2

Lanjutan Tabel 4.8

8	<i>gland packing</i>	<i>High</i>	1
9	<i>block valve drum level</i>	<i>High</i>	1
10	LX 01-03	<i>More</i>	1
		<i>Less</i>	
11	PX 01-03	<i>High</i>	2
12	drum level sisi L	<i>More</i>	4
13	drum level sisi R	<i>More</i>	4
14	pompa overall	<i>Less</i>	2

Berdasarkan tabel 4.6 dan 4.7 terdapat perubahan signifikan pada hasil kriteria *likelihood* dan *consequence* yaitu pada komponen drum level sisi L dan R. Dimana nilai masing-masing komponen menunjukkan nilai *consequence* 4 (dampak risiko berpotensi menurunkan produksi perusahaan dan segera dilakukan penanganan segera) dan huruf D pada *likelihood* menunjukkan tingkat risiko dalam kategori besar (terjadi 2 sampai 12 kali dalam rentan waktu 10 tahun).

c. Analisa Risiko Steam Drum

Nilai risiko ditentukan berdasarkan perkalian *consequence* dan *likelihood*. Rumus untuk menghitung nilai risiko sebagai berikut :

$$R = C \times L$$

Keterangan :

R = hasil nilai risiko

C = nilai consequence

L = nilai likelihood

Tabel 4.9 Nilai Risiko Steam Drum

No	Komponen	Guide word	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	V02-206	<i>Less</i>	2	C	6
2	V02-215	<i>Less</i>	2	C	6
3	V02-282	<i>Less</i>	2	C	6
4	SV 101	<i>High</i>	2	C	6
5	SV102	<i>High</i>	2	C	6
6	SV 103	<i>High</i>	1	B	2
7	flanges level drum	<i>High</i>	2	C	6
8	gland packing	<i>high pressure</i>	1	B	2
9	block valve drum level	<i>high</i>	1	B	2
10	LX 01-03	<i>More Low</i>	1	B	2
11	PX 01-03	<i>High</i>	2	C	6
12	drum level sisi L	<i>High</i>	4	D	16
13	drum level sisi R	<i>High</i>	4	D	16
14	pompa overall	<i>Less flow</i>	2	B	4

Nilai risiko dengan nilai risiko sebesar 6 dan kolom berwarna biru sebanyak 7 komponen. Untuk nilai risiko dengan nilai risiko 2 sebanyak 4 komponen, 1 komponen untuk nilai risiko 4 namun semuanya masih dalam kolom berwarna hijau. Pada nilai risiko drum level sisi L dan R masing-masing sebesar 16, pada kondisi *high level* berwarna merah.

Klasifikasi tingkat risiko dari drum level sisi L pada tabel risk matrix ada dibawah ini. Penilaian *risk matrix* ini mengacu pada standar PT PJB UP Gresik, sebagai berikut :

Tabel 4.10 Risk Matrix Drum Level Sisi L Steam Drum

Tingkat kemungkinan	Sangat besar	E					
	Besar	D			E (16)		
	Sedang	C					
	Kecil	B					
	Sangat kecil	A					
			1	2	3	4	5
			Tidak signifi kan	minor	medi um	signi fkan	mala petak a
Tingkat Dampak							

Berdasarkan tabel *risk matrix* diatas dalam kategori E(16), artinya nilai risiko yang terdapat pada drum level sebesar 16 dengan kolom berwarna merah dan huruf E menunjukkan kategori ekstrem pada kondisi *high level*. Pada kategori ekstrem ini, dampak risiko sangat berbahaya bagi perusahaan karena dapat merugikan perusahaan dari segi asset, lingkungan, manusia, dan sebagainya. Produksi listrik untuk menyuplai listrik di Jawa Bali terganggu. Sehingga diperlukan penanganan khusus agar risiko dapat diminimalisir.

4.1.3 Analisa Bahaya Superheater

Proses yang terjadi didalam *superheater* adalah proses pemanasan uap setelah keluar dari drum, pemanasan uap yang tadinya masih basah (dari *steam drum*) menjadi uap kering. Pada *superheater* ini disusun secara bertingkat, yaitu *primary*

superheater, *secondary superheater* dan *final superheater* agar mudah dilakukan pengontrolan pada temperature keluarannya.

Temperature pada *superheater* ini dijaga pada suhu 541 derajat celcius, karena apabila suhu terlalu tinggi atau rendah menyebabkan uap yang dihasilkan tidak kering. Jika temperature pada *superheater* terlalu tinggi, *spray* pada *superheater* ini akan menyemprotkan air untuk mengontrol suhu supaya suhu tidak *overheating*. Penggunaan *spray* secara berlebihan akan mengakibatkan *overheating* sehingga dapat mengurangi kinerja system.

Penyimpangan pada superhater biasanya terjadi *overheating* sehingga dapat mengurangi kinerja system serta uap yang dihasilkan tidak kering. Tabel 4.9 menunjukkan guide word pada *superheater* sebagai berikut :

Tabel 4.11 Guide Word Superheater

No	Komponen	Guide word
1	<i>Line Pipa Drain HRA</i>	<i>Part of instrument</i>
2	<i>Pressure valve PV 70-1</i>	<i>High</i>
3	<i>Safety Valve FV 76-2A</i>	<i>Less</i>
4	<i>Safety valve FV 76-2B</i>	<i>Less</i>
5	<i>SH spray</i>	<i>High</i>
6	<i>Safety valve</i>	<i>Less</i>

a. Penentuan Likelihood Superheater

Penentuan likelihood *superheater* dapat ditentukan dengan *data maintenance* selama periode 10 tahun secara kuantitatif. Nilai MTTF (*mean time to failure*) pada persamaan 3.1 nantinya didapatkan nilai likelihood dengan lamanya operasi alat dibagi dengan nilai MTTF (persamaan 3.2). Berikut kriteria likelihood berdasarkan standar PT PJB UP Gresik.

Tabel 4.12 Kriteria Likelihood Superheater

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	<i>Line Pipa Drain HRA</i>	35892	2.4406553	A
2	<i>Pressure valve PV 70-1</i>	9968	8.788122	C
3	<i>Safety Valve FV 76-2A</i>	10576	8.2829047	C
4	<i>Safety valve FV 76-2B</i>	16050	5.4579439	B
5	<i>SH spray</i>	8028	10.911809	C
6	<i>Safety valve</i>	9594	9.130707	C

b. Penentuan Consequence Superheater

Penentuan *consequence* dilakukan secara kualitatif, berdasarkan bahaya yang terjadi karena dapat merugikan perusahaan karena dapat menyebabkan proses produksi terhenti. Maka kriteria *consequence* superheater sesuai standar PT PJB UP Gresik sebagai berikut.

Tabel 4.13 Kriteria Consequence Superheater

No	Komponen	Guide word	Kriteria Consequences
1	<i>Line Pipa Drain HRA</i>	<i>Part of instrument</i>	1
2	<i>Pressure valve PV 70-1</i>	<i>High</i>	3
3	<i>Safety Valve FV 76-2A</i>	<i>Less</i>	3
4	<i>Safety valve FV 76-2B</i>	<i>Less</i>	2

Lanjutan tabel 4.13

5	SH spray	High	3
6	Safety valve	Less	3

c. Analisa Risiko Superheater

Nilai risiko ditentukan berdasarkan perkalian *consequence* dan *likelihood*.

Tabel 4.14 Nilai Risiko Superheater

No	Komponen	Guide word	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	Line Pipa Drain HRA	Part of instrument	1	A	1
2	Pressure valve PV 70-1	High	3	C	9
3	Safety Valve FV 76-2A	Less	3	C	9
4	Safety valve FV 76-2B	Less	2	B	4
5	SH spray	High	3	C	9
6	Safety valve	Less	3	C	9

Nilai risiko dengan nilai risiko sebesar 9 dan kolom berwarna kuning sebanyak 4 komponen. Untuk nilai risiko dengan nilai risiko 4 sebanyak 1 komponen, 1 komponen untuk nilai risiko 1 namun semuanya masih dalam kolom berwarna hijau.

Klasifikasi tingkat risiko superheater pada tabel risk matrix ada dibawah ini. Penilaian *risk matrix* ini mengacu pada standar PT PJB UP Gresik.

Tabel 4.15 Skala Risk Matrix

Peringkat	Skala	Kesimpulan
R	1A,1B,1C 1D,2A,2B	Risiko dapat diterima, langkah pengendalian dinilai efektif
M	1E,2C,2D 2E,3A,3B	Risiko belum dapat diterima, perlu dilakukan tindakan pengendalian tambahan
T	3C,3D,3E 4A,4B,4C	Risiko tidak dapat diterima, harus dilakukan tindakan pengendalian
E	4D,4E,5A 5B,5C,5D	Risiko sangat tidak dapat diterima harus dilakukan tindakan pengendalian segera

Maka *risk matrix* untuk *SH superheater* ditampilkan pada **tabel 4.16** sebagai berikut :

Tabel 4.16 Risk Matrix *SH spray* Superheater

Tingkat kemungkinan	Sangat besar	E					
	Besar	D					
	Sedang	C			T(9)		
	Kecil	B					
	Sangat kecil	A					
			1	2	3	4	5
			Tidak signif ikan	min or	med ium	sign ifka n	mala petak a
			Tingkat Dampak				

Berdasarkan risk matrix diatas, *SH spray* pada kondisi *high* memiliki nilai risiko 9 masuk dalam kategori tinggi (T). Ditunjukkan dengan kolom berwarna kuning. Risiko yang ditimbulkan dapat menghambat produksi perusahaan, maka dari itu wajib dilakukan penanganan khusus.

4.2 Analisa Risiko Keseluruhan

Analisa keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui nilai risiko pada masing-masing node. Karena risk matrix yang dihasilkan berbeda, risk matrix yang diperoleh antara lain :

a. economizer

risiko rendah = 3 dari 4 risiko (75%)
risiko medium = 0 dari 4 risiko (0 %)
risiko tinggi = 1 dari 4 risiko (25%)
risiko ekstrem = 0 dari 4 risiko (0%)

b. steam drum

risiko rendah = 5 dari 14 risiko (35,72%)
risiko medium = 7 dari 14 risiko (50 %)
risiko tinggi = 0 dari 14 risiko (0%)
risiko ekstrem = 2 dari 14 risiko (14,28%)

c. superheater

risiko rendah = 2 dari 6 risiko (33.33%)
risiko medium = 0 dari 6 risiko (0 %)
risiko tinggi = 4 dari 6 risiko (66,67%)
risiko ekstrem = 0 dari 6 risiko (0%)

Total nilai risiko keseluruhan

risiko rendah = 10 dari 24 risiko (41.67%)
risiko medium = 7 dari 24 risiko (29.16 %)
risiko tinggi = 5 dari 24 risiko (20.84%)
risiko ekstrem = 2 dari 24 risiko (8.33%)

4.3 Manajemen Risiko

Tujuan dari ERP (*emergency response plan*) untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh system. Langkah – langkah dari ERP yang disebabkan oleh kecelakaan yang terjadi di PLTU PT PJB UP Gresik sebagai berikut:

1. *Operator control room* PLTU 1-2 dan 3-4 melihat informasi di *panel pressure* dibawah 180 G/cm², *valve* tidak membuka penuh, *gland valve bocor* maka *system shutdown*
2. Memerintahkan kepada *operator local* untuk mengecek kondisi actual
3. Bersama tim pemeliharaan memastikan peralatan untuk keperluan *emergency* (AOP/EOP/TGOP) beroperasi normal
4. Melakukan isolasi terhadap gangguan yang terjadi setelah ada pengaman dari tim PMK
5. Berkoordinasi dengan CCR PLTGU terkait kondisi yang terjadi
6. Melaporkan ke bidang K3, manajer operasi dan keamanan terkait kondisi actual di lapangan serta menerbitkan WO *emergency*
7. Melakukan pengecekan *actual* dan perbaikan alat jika menghambat proses *start up*, berkoordinasi dengan K3
8. Semua unit membunyikkan sirine untuk mengumumkan keadaan darurat.
9. Tim PMK mulai memadamkan api
10. Tim PPGD tiba dilokasi dan mempersiapkan pertolongan jika ada korban
11. Tim PMK telah selesai memadamkan api
12. Satpam di posko depan fokus mengamankan jika ada pihak yang tidak bertanggung jawab masuk ke area UP Gresik
13. GM mencabut status tanggap darurat

Langkah-langkah diatas merupakan penjelasan singkat dijelaskan yang harus dilakukan apabila terjadi bahaya atau kecelakaan kerja pada unit. Langkah-langkah secara luas dan detail terdapat pada lampiran. Berikut peta evakuasi keadaan darurat apabila terjadibahaya pada unit.



Gambar 4.2 Peta Evakuasi Keadaan Darurat PT PJB UP Gresik

4.4 Pembahasan

Berdasarkan metode HAZOP yang telah dilakukan, metode ini dapat diterapkan pada *economizer*, *steam drum* dan *superheater*. Analisa yang telah dilakukan dengan metode *hazard and operability analysis* (HAZOP) diatas maka dapat diketahui nilai risiko tinggi terdapat pada *steam drum* di *equipment drum level*. Pada *drum level steam drum* menunjukkan *risk matrix* dengan nilai sebesar 16 pada kategori ekstrim (warna merah) dalam kondisi more level.

Drum level pada *steam drum* digunakan untuk menjaga agar *level drum* (tinggi permukaan air dalam drum) tetap pada kondisi *normally water level* walaupun terjadi gangguan atau perubahan beban. Kegagalan pada *steam drum* unit pembangkit 4 PJB Gresik yaitu, kualitas air tidak bagus (air laut masuk), kebocoran pada *condenser*, kegagalan dalam mengontrol ketinggian *level drum* dan perubahan *temperature* cukup tinggi.

Kualitas air pada proses pembuatan uap sangat dijaga kualitasnya, agar uap yang dihasilkan menjadi uap kering. Jika *level drum* rendah dapat menyebabkan *overheated* pada *boiler tubes* sehingga *tubes* bisa bocor. Sedangkan *level drum* pada kondisi tinggi akan menyebabkan proses pemisahan air dan uap dalam drum tidak sempurna sehingga kualitas uap yang dihasilkan kurang sempurna atau banyak mengandung uap basah.

Dari *document* HAZOP (lampiran C) yang mempunyai bahaya tinggi adalah komponen *drum level* yang terletak di *steam drum*. Dalam catatan *historical work order* atau data *maintenance* yang terjadi pada *drum level* adalah mengalami kebocoran dan arah *drum level* tidak sesuai posisi sehingga menyulitkan pembacaan. Pada kondisi *low level*, terjadi *overheating*. Oleh karena *drum level* memiliki nilai risiko paling tinggi sehingga dikhawatirkan dapat merugikan pihak perusahaan karena menunjukkan tingkat risiko ekstrem sebesar 16 (warna merah). Maka dilakukan *emergency response plan* dalam meminimalisir dampak risiko yang terjadi. Dampak risiko dapat merugikan asset, lingkungan dan manusia pada perusahaan. Prosedur-prosedur dalam proses evakuasi jika

terjadi gangguan atau bahaya yang terjadi pada unit terdapat pada lampiran C.

Analisa risiko secara keseluruhan menunjukkan risiko masuk dalam kategori rendah yaitu sebesar 41.67 % (10 dari 24 risiko), untuk risiko medium sebesar 29.16 % (dari 24 risiko), risiko tinggi sebesar 20.84% (5 dari 24 risiko) dan kategori risiko ekstrem sebesar 8.33% (2 dari 24 risiko).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, metode *hazard and operability analysis* (HAZOP) dapat diterapkan di PLTU unit 4 PT PJB UP Gresik
2. Berdasarkan hasil *risk matrix* pada pada steam drum, risiko tinggi pada *drum level* dikondisi Ekstrem dengan nilai 16.
3. Berdasarkan analisa risiko secara keseluruhan diperoleh risiko kategori rendah yaitu sebesar 41.67 % (10 dari 24 risiko), risiko medium sebesar 29.16 % (dari 24 risiko), risiko tinggi sebesar 20.84% (5 dari 24 risiko) dan kategori risiko ekstrem sebesar 8.33% (2 dari 24 risiko).
4. Berdasarkan *document* HAZOP yang telah dibuat, risiko paling tinggi terjadi pada *steam drum* yaitu kebocoran tubes. Oleh karena itu dibuat *emergency response plan* untuk mengantisipasi bahaya kebakaran atau ledakan pada unit. Langkah-langkah dalam *emergency response plan* ini adalah pemberitahuan tiap unit sampai ke GM, pencegahan, penanganan dan evakuasi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah pendokumentasian P&ID, data work order dibuat setiap unit dan spesifik sehingga mempermudah pembacaan proses.



DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2015. Profil PT PJB UP Gresik.

Ebeling, Charles E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore : The Mc Graw – Hill Companies, 1997.

Australian Standard/New Zealand Standard 4360:1999.1999. Risk Management.Australian Standard

Musyafa', Ali dan Kristianingsih, Luluk. *Risk Management and Safety System Assessment from Power Plant Steam Boiler in Power Systems Unit 5 Paiton – Indonesia. Australian Journal of Basic and Application Sciences (AENSI Journal)*

Adiyagsa, Haris. 2012. *Hazard and operability study in boiler system of the system power plant. IEEESE International Journal of Science and Technology (IJSTE), Vol. 1 No. 3, September 2012,1-10 ISSN : 2252-5297)*

Musyafa', Ali dan Zulfiana, Erna. *Risk Management and Hazard and Operability Study on Steam Turbine Powe Plant Unit-5 In The Power Generation Paiton, East Java-Indonesia, Advances in Natural and Applied Sciences (AENSI Journal), pp. 510-518, 2013.*

Pradana, Septian. 2014. *Analisa Hazard and Operability (HAZOP) Untuk Mendeteksi Bahaya dan Manajemen Risiko Pada Unit Boiler (B-6203) di Pabrik III PT Petrokimia Gresik.*

Anda, Juniani I., Handoko, Lukman. Implementasi Metode HAZOP Dalam Proses Identifikasi Bahaya Dan Analisa Resiko Pada Feedwater System Di Unit Pembangkitan Paiton PT. PJB. Teknik K3-PPNS.

Poulose, Smera Maria, dan Madhu, G, “*Hazop Study for Process Plants: A Generalized Approach*”, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2012

Manufacturing Technology Committee – Risk Management Working Group. *Risk Management Training Guides*. US:PQRI

British Standard (BS IEC 61882:2001). *Hazard and operability studies (HAZOP studies) – application Guide*

David McDonald, *Practical HAZOP Trip*. Cape Town, South Africa: BSc (Hons) Inst. Eng IDC Technologies, 2004.

Smith, Van Nes. 2001. *Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics Six Edition*, Singapore : The Mc Graw – Hill Companies, 2001.

LAMPIRAN A

A.1 Data *Maintenance Economizer*

Komponen	Raised Date	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
PX 20	4/27/2005	-	-		
	7/13/2007	807	19368		
	12/5/2014	2702	64848		
	3/20/2015	105	2520	21684	1.350851
Line drain HRA	11/9/2010	-	-		
	12/12/2010	33	792		
	6/9/2015	1640	39360	13384	6.545129
FX 20	11/26/2010	-	-		
	4/18/2012	509	12216		
	7/10/2013	448	10752	7656	8.147321
TE 20	7/3/2006	-	-		
	6/10/2009	1073	25752		
	2/20/2011	620	14880	13544	6.467809

A.2 Data *Maintenance Steam Drum*

Komponen	Raised Date	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
V02-206	4/27/2005				
	6/3/2006	402	9648		
	2/5/2007	247	5928		
	7/3/2008	514	12336	6978	12.55374033
V02-215	5/12/2006				

Lanjutan A.3 Data Maintenance Steam Drum

	7/3/2006	52	1248		
	7/4/2007	366	8784		
	4/8/2009	644	15456	6372	13.74764595
V02-282	7/28/2006				
	10/28/2006	92	2208		
	7/13/2007	258	6192		
	6/10/2009	698	16752	6288	13.93129771
flanges level drum	3/17/2006				
	5/21/2006	65	1560		
	4/27/2007	341	8184		
	4/24/2008	363	8712		
	9/6/2010	865	20760	7843.2	11.16891065
gland packing	1/3/2005				
	1/14/2005	11	264		
	2/9/2007	756	18144		
	12/3/2007	297	7128		
	7/25/2008	235	5640		
	6/5/2014	2141	51384	13760	6.3009
block valve drum level	2/17/2006	-	-		
	5/8/2006	80	1920		
	7/18/2006	71	1704		
	5/5/2009	1022	24528	7038	12.45

Lanjutan A.4 Data Maintenance Steam Drum

LX 01- 03	11/28/2005				
	12/6/2005	8	192		
	12/15/2005	9	216		
	12/27/2005	12	288		
	1/24/2012		53256	10790.4	8.118327402
SV 101	6/21/2005	2219			
	3/17/2008		24000	8263.2	10.60122
	5/23/2008	1000	1608		
	7/28/2009	27	648		
	1/6/2010	162	3888		
	9/2/2010	239	5736		
	11/4/2011	428	10272		
	3/13/2013	495	11880		
	11/24/2014	621	14904		
PX 01- 03	4/18/2012				
	12/20/2013	611	14664		
	2/27/2014	69	1656		
	8/14/2015	533	12792	7278	12.0362737
SV 102	9/2/2010				
	11/4/2011	428	10272		
	7/10/2013	614	14736	8336	10.50863724
SV 103	9/2/2010				
	11/24/2014	1544	37056		
	10/13/2015	323	7752	11424	7.67
	11/19/2015	37	888		

Lanjutan A.5 Data Maintenance Steam Drum

drum level R	1/14/2005				
	5/25/2005	131	3144		
	4/3/2006	313	7512		
	5/15/2007	407	9768		
	10/19/2009	888	21312		
	6/21/2010	245	5880		
	7/30/2010	39	936		
	9/8/2010	40	960		
	10/29/2010	51	1224		
	11/1/2010	3	72		
	12/8/2011	402	9648		
	2/9/2012	63	1512		
	2/13/2013	370	8880		
	6/4/2014	476	11424		
	3/9/2015	278	6672	5929.6	14.773341
Drum level L	5/12/2005	129	3096		
	3/22/2006	314	7536		
	12/6/2006	259	6216		
	2/13/2007	69	1656		
	12/17/2007	307	7368		
	2/27/2008	72	1728		
	4/22/2008	55	1320		
	8/26/2008	126	3024		
	9/1/2008	6	144		
	8/28/2009	361	8664		
	9/15/2009	18	432		

Lanjutan A.6 Data Maintenance Steam Drum

	6/24/2010	282	6768		
	11/2/2010	282	6768		
	6/9/2011	219	5256		
	8/4/2011	56	1344		
	2/14/2012	194	4656		
	2/22/2012	8	192		
	1/21/2013	334	8016		
	4/4/2013	73	1752		
	9/2/2013	151	3624		
	9/11/2013	9	216		
	12/4/2015	814	19536	4317.913	20.287579
pompa overall	6/12/2006	-	-		
	2/23/2007	256	6144		
	12/18/2008	664	15936		
	6/1/2009	165	3960		
	8/3/2011	793	19032		
	9/12/2011	40	960		
	9/21/2011	9	216		
	10/5/2011	14	336		
	11/6/2013	763	18312	7210.6667	12.14866864

A.7 Data Maintenance Superheater

Komponen	Raised Date	TTF (hari)	TTF (jam)	MTTF	Likelihood
line pipa drain HRA	4/27/2005				
	7/3/2006	432	10368		
	8/18/2014	2968	71232		
PV70-1	9/10/2014	23	552	35892	2.4406553
	7/3/2008				
	11/4/2011	1219	29256		
	11/21/2011	17	408	9968	8.788122
FV 76-2A	12/1/2011	10	240		
	11/10/2010				
	6/2/2014	1301	31224	10576	8.2829047
FV 76-2B	6/23/2014	21	504		
	6/16/2008				
	8/19/2008	64	1536		
	5/4/2009	258	6192		5.4579439
sh spray	8/2/2010				
	11/7/2011	462	11088		
	10/1/2012	329	7896		
	4/1/2014	547	13128	8028	10.911809
safety valve	10/4/2005	0	0		
	9/10/2009	1437	34488		
	2/10/2010	153	3672		
	11/12/2010	275	6600		
	9/13/2012	671	16104		
	11/6/2013	419	10056		
	7/7/2014	243	5832	10964.571	9.130707

LAMPIRAN B

Tabel B.1 *Guide Word Economizer*

No	Komponen	Guide word
1	PX 20	<i>High</i>
2	line drain HRA	<i>Part</i>
3	FX 20	<i>More</i>
4	TE 20	<i>High</i>

Tabel B.2 *Kriteria Likelihood Economizer*

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	PX 20	21684	1.350851	A
2	line drain HRA	13384	6.545129	B
3	FX 20	7656	8.147321	C
4	TE 20	13544	6.467809	B

Tabel B.3 *Kriteria Consequence Economizer*

No	Komponen	Guide word	Kriteria Consequences
1	PX 20	<i>High</i>	1
2	line drain HRA	<i>Part</i>	2
3	FX 20	<i>More</i>	3
4	TE 20	<i>High</i>	2

Tabel B.4 Nilai Risiko *Economizer*

No	Komponen	Deviation	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	PX 20	<i>High pressure</i>	1	A	1
2	line drain HRA	<i>Part of instrument</i>	2	B	4
3	FX 20	<i>More flow</i>	3	C	9
4	TE 20	<i>High temperature</i>	2	B	4

Tabel B.5 *Guide Word Steam Drum*

No	Komponen	Guide word
1	V02-206	<i>Less</i>
2	V02-215	<i>Less</i>
3	V02-282	<i>Less</i>
4	SV 101	<i>High</i>
5	SV102	<i>High</i>
6	SV 103	<i>High</i>
7	<i>flanges level drum</i>	<i>High</i>
8	<i>gland packing</i>	<i>High</i>
9	<i>block valve drum level</i>	<i>High</i>
10	LX 01-03	<i>More</i> <i>Low</i>
11	PX 01-03	<i>High</i>
12	drum level sisi L	<i>More</i>
13	drum level sisi R	<i>More</i>
14	<i>pompa overall</i>	<i>Less</i>

Tabel B.6 Kriteria *Likelihood Steam Drum*

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	V02-206	6978	12.55374033	C
2	V02-215	6372	13.74764595	C
3	V02-282	6288	13.93129771	C
4	SV 101	8263	10.60121987	C
5	SV102	8336	10.50863724	C
6	SV 103	11424	7.668067227	B
7	flanges level drum	7843	11.16891065	C
8	gland packing	13760	6.300872093	B
9	block valve drum level	7038	12.44671782	B
10	LX 01-03	10790	8.118327402	B
11	PX 01-03	7278	12.0362737	C
12	drum level sisi L	5929.6	14.77334053	D
13	drum level sisi R	4317.9	20.28757854	D
14	pompa overall	7211	12.14866864	D

Tabel B.7 Kriteria Consequence Steam Drum

No	Komponen	Deviation	Kriteria Consequences
1	V02-206	<i>less flow</i>	2
2	V02-215	<i>less flow</i>	2
3	V02-282	<i>less flow</i>	2
4	SV 101	<i>high pressure</i>	2
5	SV102	<i>high pressure</i>	2
6	SV 103	<i>high pressure</i>	1
7	flanges level drum	<i>high pressure</i>	2
8	gland packing	<i>high pressure</i>	1
9	block valve drum level	<i>high pressure</i>	1
10	LX 01-03	<i>More level</i>	1
		<i>Low level</i>	
11	PX 01-03	<i>high pressure</i>	2
12	drum level sisi L	<i>more level</i>	4
13	drum level sisi R	<i>more level</i>	4
14	pompa overall	<i>Less flow</i>	2

Tabel B.8 Nilai Risiko *Steam Drum*

No	Komponen	Deviation	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	V02-206	<i>less flow</i>	2	C	6
2	V02-215	<i>less flow</i>	2	C	6
3	V02-282	<i>less flow</i>	2	C	6
4	SV 101	<i>high pressure</i>	2	C	6
5	SV102	<i>high pressure</i>	2	C	6
6	SV 103	<i>high pressure</i>	1	B	2
7	flanges level drum	<i>high pressure</i>	2	C	6
8	gland packing	<i>high pressure</i>	1	B	2
9	block valve drum level	<i>high pressure</i>	1	B	2
10	LX 01-03	<i>More level</i>	1	B	2
		<i>Low level</i>			
11	PX 01-03	<i>high pressure</i>	2	C	6
12	drum level sisi L	<i>more level</i>	4	D	16
13	drum level sisi R	<i>more level</i>	4	D	16
14	pompa overall	<i>Less flow</i>	2	B	4

Tabel B.9 *Guide Word Superheater*

No	Komponen	Guide word
1	line pipa drain HRA	<i>Part</i>
2	PV70-1	<i>High</i>
3	FV 76-2A	<i>Less</i>
4	FV 76-2B	<i>Less</i>
5	SH spray	<i>High</i>
6	Safety valve	<i>Less</i>

Tabel B.10 *Kriteria Likelihood Superheater*

No	Komponen	MTTF	Likelihood	Kriteria Likelihood
1	line pipa drain HRA	35892	2.4406553	A
2	PV70-1	9968	8.788122	C
3	FV 76-2A	10576	8.2829047	C
4	FV 76-2B	16050	5.4579439	B
5	SH spray	8028	10.911809	C
6	Safety valve	9594	9.130707	C

Tabel B.11 *Kriteria Consequence Superheater*

No	Komponen	Deviation	Kriteria Consequences
1	line pipa drain HRA	<i>Part of instrument</i>	1
2	PV 70-1	<i>High pressure</i>	3
3	FV 76-2A	<i>less flow</i>	3
4	FV 76-2B	<i>Less flow</i>	2
5	SH spray	<i>high temperature</i>	3
6	Safety valve	<i>Less flow</i>	3

Tabel B.12 *Nilai Risiko Superheater*

No	Komponen	Deviation	Nilai Risiko		
			C	L	R
1	line pipa drain HRA	<i>Part of instrument</i>	1	A	1
2	PV 70-1	<i>High pressure</i>	3	C	9
3	FV 76-2A	<i>less flow</i>	3	C	9
4	FV 76-2B	<i>Less flow</i>	2	B	4
5	SH spray	<i>high temperature</i>	3	C	9
6	Safety valve	<i>Less flow</i>	3	C	9

LAMPIRAN C

TABLE C.1 HAZOP DOCUMENT ECONOMIZER

Komponen	Guideword	Cause	Consequence	Safeguard	L	C	R	Rekomendasi
Flow Transmitter Input (FX-20)	<i>More</i>	<ul style="list-style-type: none"> Laju aliran pada feedwater tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat merusak pipa-pipa pada economizer 	Monitoring FX 20-1 (flow transmitter 20-1)	1	A	1	<ol style="list-style-type: none"> Pengecekan fisik Tes loop (menyambung ke DCS atau tidak)
Pressure Transmitter (PX-01)	<i>High</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tekanan feedwater dari pompa feedwater tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Economizer inlet rusak Laju aliran yang masuk meningkat Pipa – pipa rusak karena tekanan tinggi 	Monitoring PX 20 (pressure transmitter)	2	B	4	<ol style="list-style-type: none"> Pengecekan dan maintenance secara berkala <i>Pressure switch</i> Penggunaan <i>alarm pressure</i>
Temperature Element (TE-20)	<i>High</i>	Temperature yang masuk economizer dari HPH terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Air menjadi uap sebelum masuk ke steam drum korosi pada pipa-pipa economizer 	Monitoring PX 20 (pressure transmitter)	3	C	9	<ol style="list-style-type: none"> Pengecekan dan kalibrasi secara berkala pada pipa-pipa economizer Laju aliran ditambah
Line Drain HRA	<i>Part</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pipa bocor Korosi pada pipa 	<ul style="list-style-type: none"> kerusakan pada pipa dan valve aliran yang ingin masuk terganggu 	Monitoring FX 20-1 (flow transmitter 20-1)	2	B	4	<ol style="list-style-type: none"> Pengecekan dan kalibrasi secara berkala pada pipa-pipa Mengganti bahan pipa

TABLE C.2 HAZOP DOCUMENT STEAM DRUM

Komponen	Guideword	Cause	Consequence	Safeguard	L	C	R	Rekomendasi
PX-01 1	High	Level drum low	<ul style="list-style-type: none"> Air pada inlet steam drum berkurang Keretakan pada steam drum karena tidak mampu menahan tekanan tinggi 	safety valve 101-102	1	B	2	1. Pengecekan dan maintenance secara berkala 2. Penggunaan alarm high pressure
	Low	Level drum high	<ul style="list-style-type: none"> Kualitas uap buruk karena tercampur dengan air, berpotensi merusak superheater 	safety valve 101-102				1. Penggunaan alarm low pressure 2. Monitoring aliran air yang masuk
LX 01-03	High	Laju aliran dari economizer terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Air dan uap bercampur sehingga proses pemanasan tidak sempurna dan dapat merusak turbin 	<ul style="list-style-type: none"> safety valve FV-21 Alarm low and high Blowdown valve 	2	C	6	1. Pengecekan fisik dan maintenance secara berkala 2. Penggunaan alarm high
	Low	Laju perubahan air menjadi uap terlalu cepat	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi overheating dan overpressure 					1. Kalibrasi dan Cek fisik pada LX 01-03 secara berkala 2. Penggunaan alarm low
SV 101	High	Malfunction closed	<ul style="list-style-type: none"> Kebocoran pada pipa 	shutdown valve	2	C	6	1. Kalibrasi dan pengecekan berkala 2. Pengetesan safety valve
SV 102	High	Malfunction closed	<ul style="list-style-type: none"> Kebocoran pada pipa 	shutdown valve	2	C	6	1. Kalibrasi dan pengecekan berkala 2. Pengetesan safety valve
SV 103	High	Malfunction closed	<ul style="list-style-type: none"> Kebocoran pada pipa 	shutdown valve	1	B	2	1. Kalibrasi dan pengecekan berkala 2. Pengetesan safety valve

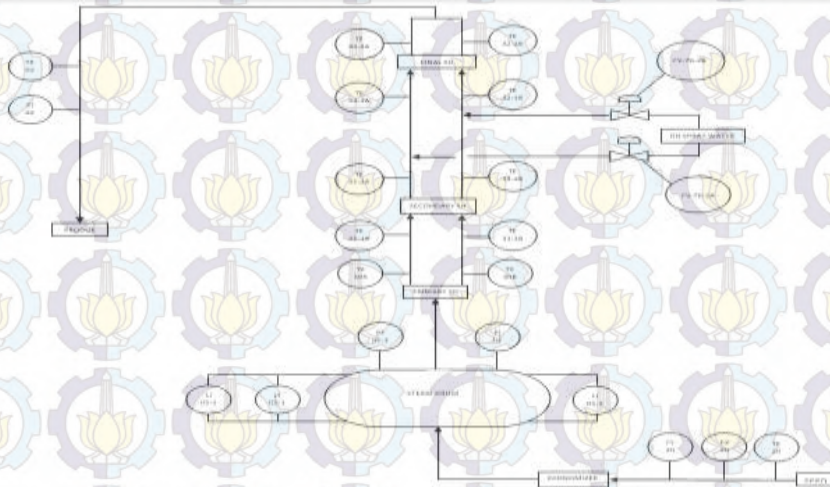
Lanjutan tabel C.2 hazop document steam drum

<i>Block valve drum level</i>	<i>Part of</i>	kebocoran pada pipa	<ul style="list-style-type: none"> Umur pipa pengkaratan pipa 	<i>Control valve</i>	1	B	2	Pengecekan fisik, kalibrasi dan maintenance secara berkala pada <i>block valve drum level</i>
<i>Flanges level drum</i>	<i>Part</i>	Bocor tersumbat	<ul style="list-style-type: none"> Umur pipa pengkaratan pipa 	<i>Control valve</i>	2	C	6	Pengecekan fisik, dan maintenance secara berkala <i>flanges level drum</i>
<i>Gland packing</i>	<i>High</i>	Uap tersumbat	Tekanan uap tinggi menyebabkan kebocoran pada pipa	<i>Control valve</i>	1	B	2	Pengecekan fisik, Kalibrasi dan pengecekan berkala pada <i>gland packing</i>
V02-206	<i>Less</i>	kebocoran pada pipa	Menghadapi over pressure aliran	<i>Control valve</i>	2	C	6	Maintenance dan Kalibrasi dan pengecekan berkala
V02-215	<i>Less</i>	kebocoran pada pipa	Menghadapi over pressure aliran	<i>Control valve</i>	2	C	6	Maintenance dan pengecekan berkala
V02-282	<i>Less</i>	kebocoran pada pipa	Menghadapi over pressure aliran	<i>Control valve</i>	2	C	6	maintenance dan pengecekan berkala
Drum level sisi L	<i>More</i>	Pressure feedwater naik Flow steam naik, level naik	Pemisahan air dan uap dalam drum tidak sempurna sehingga kualitas uap yang dihasilkan masih uap basah	<i>Safety valve 101-102</i>	4	D	16	<ol style="list-style-type: none"> Penggunaan alarm high Pengecekan dan maintenance secara fisik pada level drum secara berkala
Drum level sisi R	<i>More</i>	Level pada drum tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Normal water level tidak terpenuhi Uap masih basah 	<i>Safety valve 103</i>	4	D	16	<ol style="list-style-type: none"> Penggunaan alarm high Pengecekan fisik dan maintenance secara berkala
Pompa overall	<i>Less</i>	Pengkaratan, bocor, rusak	Pompa tidak bekerja maksimal	<i>Booster pump</i>	2	B	4	Proteksi pada pipa kalibrasi

TABEL C.3 HAZOP DOCUMENT SUPERHEATER

Komponen	Guideword	Cause	Consequence	Safeguard	L	C	R	Rekomendasi
SH spray (TE-32 1B)	High	<ul style="list-style-type: none"> Flow terlalu rendah <i>burner failure</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Kinerja spray meningkat 	Safety valve FV 76-2A dan FV 76-2B	1	A	1	1. Pasang Temperatur Switch atau temperature control
Temperature element (TE-31 2B)	Low	<ul style="list-style-type: none"> Laju aliran yang masuk terlalu Tinggi terjadi heat loss 	<ul style="list-style-type: none"> Uap yang dihasilkan belum kering Turbin tidak bekerja maksimal 	Safety valve FV 76-2A dan FV 76-2B	3	C	9	1. Pasang Temperatur Switch
Pressure Valve (PV 70-1)	High	Temperature Tinggi, menaikkan temperature di steam	<ul style="list-style-type: none"> Uap pada turbin tidak maksimal dalam beroperasi kerusakan pada pipa 	Safety valve FV 76-2A dan FV 76-2B	3	C	9	1. kalibrasi dan pengecekan fisik secara berkala
Line Pipa Drain HRA	part of	Tersumbat	<ul style="list-style-type: none"> Umur pipa pengkaratan 	TE 32-2A dan TE 32-2B (Temperature indicator)	2	B	4	1. kalibrasi secara berkala 2. pergantiaan bahan pipa
FV 76-2A	Less	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi kebocoran Uap yang dihasilkan tidak kering 	<ul style="list-style-type: none"> Kinerja FV 76-2A meningkat Uap tidak kering menyebabkan produksi terganggu 	Control valve	3	C	9	1. Kalibrasi dan secara berkala 2. pengeteasan safety valve
FV 76-2B	Less	<ul style="list-style-type: none"> Terjadi kebocoran Uap yang dihasilkan tidak kering 	<ul style="list-style-type: none"> Kinerja FV 76-2A meningkat Uap tidak kering menyebabkan produksi terganggu 	Control valve	3	C	9	1. Kalibrasi secara berkala 2. pengeteasan safety valve

E.1 FLOW DIAGRAM STEAM AND FEEDWATER SYSTEM PLTU UNIT 4 PJB UP GRESIK



LAMPIRAN E

Emergency Response Plan Gangguan Pressure Uap Naik Pada Steam Drum PLTU 3-4 PJB UP Gresik

Time Frame Group Activity	0-1 menit	1-2 menit	1-2 menit	5 menit selesai
OPERATOR CONTROL ROOM PLTU	<p>Melihat Informasi di Panel Menunjukkan Pressure Uap Naik Drastis</p> <p>Melihat Informasi Pressure Uap Drop di bawah limit operasi (di bawah 13 kg/cm²)</p> <p>Uap Turbine dan Steam Turbine akan Trip (Uap Pressure Low)</p> <p>Memerintahkan Kepada Operator Lokal untuk Mengecek Kondisi Aktual</p>	<p>Menutup Blok Valve</p> <p>Penyamaan Frekuensi HT (Rx : 165.800, Tx : 158.050, Tone : 998.00) khusus Supervisor Produksi sesuai prosedur saat kondisi darurat I</p> <p>Melaporkan ke Bidang K3 dan Keamanan terkait kondisi aktual di lapangan (apa yang terjadi, dimana dan kapan terjadi)</p> <p>Berkordinasi dengan CCR PLTU 1-2 dan 3-4 terkait kondisi pressure uap drop</p>	<p>Laporan ke Manajer Operasi</p>	<p>Laporan ke bidang Niaga/ Bahan Bakar</p> <p>Laporan Status Unit Ke Dispatcher</p> <p>Koordinasi dengan pemasok uap (supply uap dari keil ditutup, untuk supplier uap yang lain melihat kondisi lapangan)</p> <p>Menerbitkan WO emergency</p>
OPERATOR LOKAL PLTU	<p>Mendengarkan ledakan dari arah uap station</p> <p>Menerima Informasi dari CCR terkait pressure uap drop</p> <p>Menuju ke uap station</p>	<p>Lapor ke CCR mengenai gangguan supply uap karena pipa header pecah dan melihat api (Lokasi pelaporan di Lokasi yang aman)</p>	<p>Lapor ke CCR mengenai gangguan supply uap karena pipa header pecah dan melihat api (Lokasi pelaporan di Lokasi yang aman)</p>	<p>Melakukan Isolasi Terhadap Pipa yang pecah dengan menutup Blok Valve setelah ada pengamanan dari Tim PMK</p> <p>Melakukan Pengecekan aktual kondisi di uap Station dengan berkoordinasi dengan bidang K3</p>
PEMELIHARAAN PLTU	<p>Penyamaan Frekuensi HT (Rx 165.800, Tx : 158.050, Tone : 998.00) khusus Supervisor produksi sesuai prosedur saat kondisi darurat I</p>	<p>Penyamaan Frekuensi HT (Rx 165.800, Tx : 158.050, Tone : 998.00) khusus Supervisor produksi sesuai prosedur saat kondisi darurat I</p> <p>Menerima informasi bahwa telah terjadi ledakan di pipa header gas station</p>	<p>Membantu operator, memastikan peralatan untuk keperluan emergency (AEP/ EOP, TGOP) beroperasi normal</p>	<p>Melakukan perbaikan jika ditemukan peralatan yang tidak siap operasi dan akan menghambat proses start up</p>

Emergency Response Plan Gangguan Pressure Uap Naik Pada Steam Drum PLTU 3-4 PJB UP Gresik

Time Frame Group Activity	0-3 menit	3-5 menit	5-10 menit	10 menit - selesai
OPERATOR CONTROL ROOM PLTGU	<p>Melihat Informasi di Panel frekuensi jaringan turun tiba-tiba. Unit selanjutnya trip</p> <p>Penyamaan Frekuensi HT (Rx : 165.800, Tx : 1588.050, Tone : 998.00) khusus Syper visor produksi sesuai prosedur saat kondisi darurat I</p>	<p>Menerima informasi dari CCR PLTU bahwa terjadi ledakan pada pipa header di uap station</p> <p>Menerima informasi dari CCR PLTU terkait kondisi pressure uap drop</p> <p>Memeriksa tekanan uap pada Uap measurin, diketahui tekanan uap normal</p> <p>Srv. S. Produksi melaporkan kejadian (tanggal, pukul dan penyebab) unit PLTU Trip</p> <p>Memerintahkan Operator lokal untuk memeriksa semua peralatan emergency berfungsi normal (seperti AOP/EOP, TGOP, tuning gear, air motor pada air heater dll)</p>	<p>Berkoordinasi dengan Petugas GI mengenai ketersediaan power di jaringan</p> <p>CCR PLTU 3-4 membunyikan sirine tanda status tanggap darurat</p> <p>Menghubungi crew pemeliharaan untuk membantu operator memeriksa peralatan</p>	<p>Laporan ke manajer operasi</p> <p>Menerbitkan WO emergency jika ditemukan ada peralatan yang rusak dan menghambat proses start up</p>
OPERATOR LOKAL PLTGU	<p>Mendengar ledakan dari arah uap station</p>	<p>Operator lokal mendengar suara safety valve yang tidak normal dan menginformasikan kepada CCR</p> <p>Menerima informasi dari CCR bahwa unit trip akibat kejutan frekuensi PLTU trip. Terjadi ledakan di pipa header uap station</p>	<p>Memeriksa semua peralatan untuk keperluan emergency berfungsi normal (seperti AOP/EOP, TGOP, tuning gear, air motor pada Air Heater dll)</p>	<p>Memeriksa semua peralatan untuk keperluan emergency berfungsi normal (seperti AOP/EOP, TGOP, tuning gear, air motor pada Air Heater dll)</p>
PEMELIHARAAN PLTGU			<p>Menerima informasi bahwa telah terjadi ledakan di pipa header gas station</p> <p>Memeriksa semua peralatan untuk keperluan emergency berfungsi normal (seperti AOP/EOP, TGOP, tuning gear, air motor pada Air Heater dll)</p>	<p>Melakukan perbaikan jika ditemukan peralatan yang tidak siap operasi dan akan menghambat proses start up</p>

Emergency Response Plan Gangguan Pressure Uap Naik Pada Steam Drum PLTU 3-4 PJB UP Gresik

Time Frame	0-5 menit	5-10 menit	15 menit	15-20 menit	20 menit
K3		<p>Menuju lokasi ledakan setelah mendapatkan informasi dari operator dan melakukan identifikasi di Lokal dengan menggunakan APD dan alat komunikasi yang sesuai</p> <p>Melakukan isolasi area ledakan pipa uap menggunakan safety line</p>	<p>Pengamanan operator dengan cara water spray saat melakukan penutupan valve V-8</p>	<p>Tindakan selanjutnya dilakukan sesuai IK pemataman kebakaran (IKG-08.2.1.2)</p>	
SECURITY		<p>Satpam yang berada di dekat lokasi mengamankan area kejadian dan memberikan informasi ke posko (merujuk IK tanggap darurat (IKG-08.2.1.4))</p>	<p>Chief security memerintah penutupan pintu gerbang depan, dan meminta anggota satpam di pos yang aman untuk memperkuat pengamanan di posko depan dan area uap station</p>	<p>Satpam di posko depan, fokus mengamankan jika ada pihak yang tidak bertanggungjawab mencoba masuk ke area UP Gresik</p> <p>Satpam di area uap station membantu mengamankan lokasi pipa uap pecah sesuai dengan level tanggap darurat I</p>	<p>Satpam di posko depan menenangkan jika ada polisi, wartawan, atau masyarakat yang bergerombol di depan, bermaksud mengetahui kejadian yang terjadi. Dan meminta menunggu bahwa setelah kondisi terkendali, perwakilan manajemen UP Gresik akan memberikan penjelasan.</p>
Tim Tanggap Darurat	<p>Manajer Operasi melaporkan kejadian kepada GM</p> <p>GM memerintahkan manager operasi selaku wakil komandan tanggap darurat untuk melakukan prosedur tanggap darurat</p> <p>GM menetapkan level tanggap darurat I</p>	<p>GM menghubungi CCR PLTU #3-4 agar membunyikan sirine penetapan status tanggap darurat dan menghubungi bidang umum agar mengumumkan lewat paging</p> <p>CCR PLTU 3-4 membunyikan sirine</p> <p>Sekretariat mengumumkan kondisi tanggap darurat melalui sirine</p> <p>Penanganan selanjutnya dilakukan oleh tim tanggap darurat dengan peran dan tugas sesuai dengan SK tim tanggap darurat</p>	<p>Tim evakuasi mulai mengevakuasi karyawan yang berada di gedung Rendahlar UPGRK, gedung teknik UPHT dan gedung PLTU dan service building untuk menuju assembly point (berpedoman arah angin)</p> <p>Tim PMK mulai melakukan pemataman api</p>	<p>Tim PPGD tiba di lokasi dan mempersiapkan untuk melakukan pertolongan pertama jika ada korban</p> <p>Tim PMK telah selesai memadamkan api</p>	<p>GM menca but status tanggap darurat</p> <p>Melaporkan gangguan ke DirProd PJB kantor Pusat</p>

[illegible]

LAMPIRAN G

H.1 Formulir Pemeriksaan Mutu Air PLTU 3-4 PJB UP Gresik

LAPORAN MUTU AIR
PLTU #3/4

PJB
UPGRH

PT PLN (PERSERO) JAWA BARU UNIT TEGANGAN TINGGI SISTEM
P. MANUTERAN & PEMERIKSAAN SISTEM
FORMULIR
FORMULIR PEMERIKSAAN MUTU AIR PLTU #3/4
1999/10/12/2012
1999/10/12/2012

NO	Uraian	Unit	Hasil	Standar	Keterangan
1	PH		7.5	7.0 - 8.5	
2	Hardness	mg/l	150	150	
3	Calcium	mg/l	100	100	
4	Magnesium	mg/l	50	50	
5	Total Hardness	mg/l	150	150	
6	Chloride	mg/l	100	100	
7	Sulfate	mg/l	100	100	
8	Total Sulfate	mg/l	200	200	
9	Iron	mg/l	0.1	0.1	
10	Copper	mg/l	0.05	0.05	
11	Lead	mg/l	0.01	0.01	
12	Cadmium	mg/l	0.001	0.001	
13	Mercury	mg/l	0.0001	0.0001	
14	Fluoride	mg/l	1.0	1.0	
15	Nitrate	mg/l	10	10	
16	Nitrite	mg/l	1.0	1.0	
17	Ammonia	mg/l	0.1	0.1	
18	Phosphate	mg/l	0.1	0.1	
19	Boron	mg/l	0.1	0.1	
20	Silica	mg/l	1.0	1.0	
21	Alumina	mg/l	0.1	0.1	
22	Sodium	mg/l	100	100	
23	Potassium	mg/l	100	100	
24	Lithium	mg/l	0.1	0.1	
25	Strontium	mg/l	0.1	0.1	
26	Barium	mg/l	0.1	0.1	
27	Vanadium	mg/l	0.1	0.1	
28	Chromium	mg/l	0.1	0.1	
29	Manganese	mg/l	0.1	0.1	
30	Zinc	mg/l	0.1	0.1	
31	Cobalt	mg/l	0.1	0.1	
32	Nickel	mg/l	0.1	0.1	
33	Copper	mg/l	0.1	0.1	
34	Lead	mg/l	0.1	0.1	
35	Cadmium	mg/l	0.1	0.1	
36	Mercury	mg/l	0.1	0.1	
37	Fluoride	mg/l	0.1	0.1	
38	Nitrate	mg/l	0.1	0.1	
39	Nitrite	mg/l	0.1	0.1	
40	Ammonia	mg/l	0.1	0.1	
41	Phosphate	mg/l	0.1	0.1	
42	Boron	mg/l	0.1	0.1	
43	Silica	mg/l	0.1	0.1	
44	Alumina	mg/l	0.1	0.1	
45	Sodium	mg/l	0.1	0.1	
46	Potassium	mg/l	0.1	0.1	
47	Lithium	mg/l	0.1	0.1	
48	Strontium	mg/l	0.1	0.1	
49	Barium	mg/l	0.1	0.1	
50	Vanadium	mg/l	0.1	0.1	
51	Chromium	mg/l	0.1	0.1	
52	Manganese	mg/l	0.1	0.1	
53	Zinc	mg/l	0.1	0.1	
54	Cobalt	mg/l	0.1	0.1	
55	Nickel	mg/l	0.1	0.1	
56	Copper	mg/l	0.1	0.1	
57	Lead	mg/l	0.1	0.1	
58	Cadmium	mg/l	0.1	0.1	
59	Mercury	mg/l	0.1	0.1	
60	Fluoride	mg/l	0.1	0.1	
61	Nitrate	mg/l	0.1	0.1	
62	Nitrite	mg/l	0.1	0.1	
63	Ammonia	mg/l	0.1	0.1	
64	Phosphate	mg/l	0.1	0.1	
65	Boron	mg/l	0.1	0.1	
66	Silica	mg/l	0.1	0.1	
67	Alumina	mg/l	0.1	0.1	
68	Sodium	mg/l	0.1	0.1	
69	Potassium	mg/l	0.1	0.1	
70	Lithium	mg/l	0.1	0.1	
71	Strontium	mg/l	0.1	0.1	
72	Barium	mg/l	0.1	0.1	
73	Vanadium	mg/l	0.1	0.1	
74	Chromium	mg/l	0.1	0.1	
75	Manganese	mg/l	0.1	0.1	
76	Zinc	mg/l	0.1	0.1	
77	Cobalt	mg/l	0.1	0.1	
78	Nickel	mg/l	0.1	0.1	
79	Copper	mg/l	0.1	0.1	
80	Lead	mg/l	0.1	0.1	
81	Cadmium	mg/l	0.1	0.1	
82	Mercury	mg/l	0.1	0.1	
83	Fluoride	mg/l	0.1	0.1	
84	Nitrate	mg/l	0.1	0.1	
85	Nitrite	mg/l	0.1	0.1	
86	Ammonia	mg/l	0.1	0.1	
87	Phosphate	mg/l	0.1	0.1	
88	Boron	mg/l	0.1	0.1	
89	Silica	mg/l	0.1	0.1	
90	Alumina	mg/l	0.1	0.1	
91	Sodium	mg/l	0.1	0.1	
92	Potassium	mg/l	0.1	0.1	
93	Lithium	mg/l	0.1	0.1	
94	Strontium	mg/l	0.1	0.1	
95	Barium	mg/l	0.1	0.1	
96	Vanadium	mg/l	0.1	0.1	
97	Chromium	mg/l	0.1	0.1	
98	Manganese	mg/l	0.1	0.1	
99	Zinc	mg/l	0.1	0.1	
100	Cobalt	mg/l	0.1	0.1	

NOTE: 1.000 mg/l = 1.000 mg/l

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Anis Sulanjari, lahir di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 22 Maret 1992, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis tinggal dan besar selama 21 tahun di Yogyakarta, pada tahun 2014 pindah ke Surabaya untuk melanjutkan kuliah lintas jalur. Penulis memulai pendidikan di TK ABA Margokaton pada tahun 1996, menyelesaikan pendidikan dasar di SD pada tahun 2004, SMP Negeri 1 Seyegan pada tahun 2007, SMA Negeri 1 Seyegan pada tahun 2010, melanjutkan program Diploma tiga ke perguruan tinggi negeri Universitas Gadjah Mada di jurusan Elektronika dan Instrumentasi (ELINS) lulus pada tahun 2013 dan menempuh jenjang sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 hingga sekarang. Penulis mengambil judul tugas akhir mengenai ***“Analisis HAZOP (hazard and operability analysis) dan manajemen risiko di PLTU unit 4 PT PJB UP Gresik”***. Bagi pembaca yang ingin bertanya, diskusi lebih lanjut, dapat menghubungi penulis di anissulanjari@gmail.com